

ÜBER DIE WIRKUNG DER UV-BESTRAHLUNG DER SAMEN AUF DIE ENTWICKLUNG DER BAUMWOLLPFLANZEN

Von

I. SZALAI und MAGDALENE B. VARGA.

Aus dem Institut für Pflanzenphysiologie der Universität Szeged, Ungarn.

Die Baumwollpflanze, als tropisches Kurztagspflanze gelangt unter unseren langtägigen Bedingungen erst spät zur Blüte, ihre Fruchtreife erstreckt sich bis in den kühlen regnerischen Herbst hin ein, weshalb die Reifung der Kapseln erschwert und somit ihre Züchtung nicht rentabel ist. Die Akklimatisationsversuche bezwecken deshalb die Heranzüchtung von Arten mit kürzerer Entwicklungszeit. Es genügt aber nicht, nur kurze Züchtungszeit beanspruchende Arten oder Spezies hervorzubringen, auch die zahlreichen Eigenschaften der Baumwollhaare, wie Reissfestigkeit, Feinheit, Länge usw. müssen berücksichtigt werden. So vielen Gesichtspunkten und Anforderungen kann nur an Hand gründlicher, alle Einzelheiten in Betracht ziehender Beobachtungen und zahlreicher Versuche Genüge getan werden. Forscher und Planenzüchter versuchen diese Komplexfrage auf Grund zahlreicher Einzeluntersuchungen zu lösen. Ausser der Forschung nach entsprechenden agrotechnischen Verfahren wird die Auswahl und Veredlung der Arten, ihre genaue Analysierung und die Klärung ihrer physiologischen Eigenschaften auf Grund ihrer Stadienentwicklung in Angriff genommen.

Ziel und Methodik der Untersuchungen

Es ist eine in Fachkreisen wohl bekannte Tatsache, dass die Sonnenbestrahlung der Baumwollsamens vor der Aussaat die weitere Entwicklung der Pflanzen beeinflusst. Anlass zu unseren Untersuchungen gaben die sowjetischen Erfahrungen, denen zufolge die Samen nach 8-stündiger Erwärmung bei 30° C oder mehrtägiger Sonnenlichtbestrahlung (im Freien oder im Treibhaus) besser und schneller keimen und auch das Wachstum der Keimlinge beschleunigt wird. Diese praktischen Beobachtungen geben aber keinen Aufschluss darüber, ob zur Erreichung des günstigen Einflusses der Sonnenbestrahlung — welche einen Komplex zahlreicher Wirkungsfaktoren darstellt — alle diese Faktoren

¹ Auf Grund von freien Kleinparzelle Versuchen.

erforderlich sind. Die wichtigsten dieser Faktoren sind zweifellos das Licht und die Wärme. Es ist anzunehmen, dass die Lichtstrahlen verschiedener Wellenlänge verschiedene Effekte bewirken. Die Grundfrage unserer Versuche war die Beobachtung der Wirkung der ultravioletten (im Folgenden UV) Strahlen welche in der Formgestaltung eine wichtige Rolle spielen.

Zur Klärung der Fragen wurden Versuche an folgenden Sorten angestellt:

Sorte Nr 01, von G. SZ. ZAJCEV veredelte Sorte (weis-samig, kurzhaarig) die zu ihrer vollkommenen Entwicklung (in der Sowjetunion) 150 Tage benötigt.

Sorte Nr 05, bulgarische Züchtung, die von den bisher bekannten Arten die kürzeste Entwicklungszeit beansprucht.

Sorte Nr 06, bulgarische Züchtung mit kurzem Entwicklungszyklus, im grossen und ganzen identisch mit Nr 05.

Sorte Nr 53, mit grünen, kurzhaarigen Samen und mittlerer Entwicklungszeit, aus der die feinsten Rohstoffe gewonnen werden, und

Sorte Nr 55, mit weissen, kurzhaarigen Samen und mittlerer Entwicklungsdauer.²

Die beiden letzten Sorten stammen aus Bulgarien und unter stehen noch der Selektion.

Zum Studium des UV-Bestrahlungseffektes wurden folgende Versuche angestellt:

a) Bestrahlung eines Teiles des Samens täglich	3 × 20 Min.
b) " " " " " "	3 × 40 "
c) " " " " " "	3 × 60 "

mit UV-Licht während der Zeit zwischen 8—9, 12³⁰—13³⁰ und 17—18 Uhr. Die zu bestrahlenden Samen wurden mit einer 50% ihres Trockengewichtes entsprechenden Wassermenge — in 5 gleiche Teile auf 5 Tage verteilt zugegeben — benetzt und so durch Quellung der Protoplasmakolloide der Latenzzustand aufgehoben.

Die Bestrahlung geschah 12 Tage hindurch mit einer UV-Lampe von 300 Watt aus 1 m Entfernung. In der zweiten Hälfte der Bestrahlungszeit trockneten die Samen in den zuvor gedunsenen und erweichten Schalen allmählich aus. Die hinzugesetzte Wassermenge darf kein so starkes Wachstum des Embryos hervorrufen, das Sprung der Schale eintritt.

Durch Verlängerung der Strahlungsdauer sollte entschieden werden, ob die Wirkung der UV-Strahlen — falls eine solche besteht — durch längere Anwendung verstärkt werden kann. Die Kontrollsamens erhielten keine Bestrahlung, wurden aber sonst ebenso behandelt.

Die Versuche und ihre Ergebnisse

Die Aussaat der Versuchssamen erfolgte am 15. Mai 1951. In der darauffolgenden Nachtging ein ausgiebiger Regen nieder, der ein schnelles und gleichmässiges Auskeimen der Samen bewirkte. Der Vergleich der Keimungs-

² Sämtliche Sorten gehören der *Gossypium hirsutum*-Art an, die uns mitsamt den charakteristischen Daten von Forschungsinstitut für Baumwollzüchtung in Székkutas in beizen Zustand zur Verfügung gestellt wurden.

prozente und Keimungsintensität der verschieden lange Zeit bestrahlten und der Kontrollsamens ergibt folgende Resultate:

Tabelle 1

Sortennummer der Baumwollsamens	Von den 100 Samen keimten aus (Aussaat am 15. V.)											
	a			b			c			Kontroll		
	18. V	19. V	20. V	18. V	19. V	20. V	18. V	19. V	20. V	18. V	19. V	20. V
01	87	8	3	85	10	5	87	12	—	80	8	8
05	83	15	—	85	5	8	83	14	8	87	—	10
06	85	13	—	92	5	—	95	—	5	90	5	5
53	90	8	2	87	12	—	97	3	—	90	5	2
55	92	8	—	90	8	—	92	5	—	83	8	5

Erklärung der Buchstaben: a = Bestrahlungszeit der Samen 20 Minuten,

b = dieselbe 40 Minuten,

c = dieselbe 60 Minuten mit UV-Strahlen.

Wie aus Tabelle 1 hervorgeht zeigten alle Sorten sehr gute Keimungsintensität und Keimungsprozente. Am 4. Tage nach der Aussaat erfolgte eine fast 100%-ige Keimung der Samen. Die am 5. und 6. Tage wahrnehmbaren Streuungen röhren teils daher, dass das Erscheinen der Kotyledonen einiger Keimlinge durch Erdschollen behindert war. *Der Keimungsprozentsatz der Kontrollen war nicht weniger gut als der der bestrahlten Samen, während ihre Keimungsintensität etwas hinter der der UV-bestrahlten zurückstand.*

Es wurde auch die vegetative Entwicklung der Sorten verfolgt. Der anfänglich Unterschied zwischen behandelten und Kontrollpflanzen wurde immer augenfälliger. Zu seiner Veranschaulichung seien einige Daten bzgl. Stengeldicke, Zahl der Seitentriebe, Blüten und Früchte zu Vergleiche gestellt.

Auffallend waren: die kräftigeren Sprosse und das besser entwickelte Wurzelsystem der aus den bestrahlten Samen hervorgegangenen Exemplare. Letzteres wurde anlässlich des Heraushebens der Wurzelstöcke nach der Baumwollernte festgestellt. An den oberirdischen vegetativen und reproduktiven Organen wurden Messungen und Berechnungen angestellt und der Durchmesser der Triebe unmittelbar unterhalb der ersten Abzweigung gemessen. (S. Tab. 2.)

Tabelle 2

Sortennummer	Durchmesser des Sprosses unter der Verzweigung in Millimetern (Durchschnittswerte)			
	Kontroll	a	b	c
01	8,0	10,0	11,9	10,8
05	9,5	9,4	10,5	12,6
06	8,5	10,9	12,1	12,3
53	8,4	10,4	11,9	13,8
55	8,0	11,8	12,6	13,6

Erklärung der Buchstaben: wie bei Tabelle 1.

Die kräftigeren Pflanzen enthielten natürlich auch mehrere Seitentriebe. Nach Entfernung der Spitzen- und Achseltriebe wurden in der Regel 8—10, und bei den ähnlich behandelten Kontrollen nur 5—8 Seitentriebe gezählt. *Die kräftigeren Pflanzen trugen mehrere Knospen, bzw. Blüten und dementsprechend auch mehr Früchte.* Zahlenmässig ergab sich für Blüten und Knospen folgendes:

Tabelle 3

Sortennummer	Durchschnittszahlen der Knospen (Blüten) je bestrahlte Pflanze			Dieselben bei den Kontrollpflanzen	± Differenz in Bezug zur Kontrollpflanzen		
	3x20'	3x40'	3x60'		3x20'	3x40'	3x60'
01	32,0	37,8	40,5	27,0	+5	+10,8	+13,5
05	30,8	26,2	40,4	21,8	+9	+4,4	+18,6
06	19,6	45,1	55,4	29,1	-9,5	+16,0	+26,3
53	18,2	27,8	52,1	24,0	-5,8	+3,8	+28,1
55	27,8	36,4	48,1	28,7	-0,9	+7,7	+19,8

Wohlentwickelte Pflanzen mit zahlreichen Blüten allein sind noch nicht von besonderem Wert, die Tatsache aber, dass die zahlreichen Blüten gutentwickelter Pflanzen — wenn sie ansonsten gleichzeitig mit denen der Kontrollpflanzen erscheinen — die Möglichkeit der Entwicklung mehrerer reifer Früchte in sich tragen, ist bereits ein beachtenswerter Umstand. Bzgl. der Zahl der reifen Früchten kommen wir zu folgendem Ergebnis:

Tabelle 4

Sortennummer	Zahl der vollkommen reifen Kapseln pro Pflanze				± Differenz in Verhältnis zur Kontrollpflanze		
	a	b	c	Kontroll	a	b	c
01	12,0	8,4	15,4	8,7	+3,3	-0,3	+6,7
05	11,6	12,0	7,3	9,9	+1,7	+2,1	-2,6
06	7,5	8,4	12,0	7,4	+0,1	+1,0	+4,6
53	5,3	15,6	22,3	8,1	-3,7	+7,1	+13,8
55	10,0	12,3	14,4	6,4	+3,6	+5,9	+8,0

Erklärung der Buchstaben: wie bei Tabelle 1.

Ziehen wir nur die absoluten Werte in Betracht, so ist die Zahl der reifen Kapseln nicht besonders gross, *die relativen Werte sind dagegen den Kontrollen gegenüber beachtenswert.* Besonders gute Resultate erhielten wir bei den Sorten Nr 53 und 55 nach 40 bzw. 60 Minuten Bestrahlung.

Eine wichtige Forderung ausser dem angestrebten Mehrertrag ist auch die Qualität der Baumwollhaare. Die eingehende Analyse³ der verschiedenen Sorten

³ Die qualitative Untersuchung der Baumwollhaare wurde im Institut für Baumwollforschung zu Székkutas durchgeführt, wofür wir auch an dieser Stelle unseren besten Dank aussprechen.

zog bei der Untersuchung der Eigenschaften sämtliche hinsichtlich der Textilindustrie wichtigen Gesichtspunkte in Betracht. Die Ergebnisse sind in Tab. 5 enthalten.

Tabelle 5

Sorte		Reiss- festigk. g	Modale Länge mm	Bart- Länge mm	Basis o/o	Gleich- mässig- keit	Feinheits- zahl	Reiss- länge Km
01	a	4,8	24,12	26,07	59,68	1439	4643	22,31
	b	4,6	22,08	24,35	54,29	1198	3844	18,01
	c	5,6	22,93	25,34	57,02	1307	4194	23,49
	k	5,8	22,89	24,90	61,52	1408	4002	23,58
05	a	5,0	24,40	27,54	55,69	1358	4221	21,21
	b	5,1	20,88	22,79	63,54	1326	3856	19,94
	c	3,9	24,73	27,11	54,19	1340	5138	20,29
	k	5,4	23,82	26,44	58,08	1383	4540	24,96
06	a	5,2	24,42	25,82	56,72	1412	4132	21,12
	b	4,6	23,61	27,10	52,24	1233	4428	20,69
	c	6,0	23,12	25,62	56,71	1311	3454	29,97
	k	4,7	23,39	26,17	50,68	1185	3796	18,20
53	a	4,8	24,68	27,29	57,33	1414	3848	18,66
	b	5,4	23,75	27,01	46,01	1092	4056	21,95
	c	4,6	24,53	26,67	44,05	1080	4656	21,85
	k	4,6	23,24	25,82	55,60	1292	4526	21,02
55	a	5,8	22,66	24,49	58,30	1321	3774	22,22
	b	5,1	23,10	25,68	57,40	1325	4476	22,38
	c	5,3	24,37	27,74	52,66	1283	4084	21,71
	k	5,3	23,42	25,67	55,35	1279	4267	23,00
Schw. gola		5,28	24,02	26,90	47,0	1110	5100	26,10

Erklärung der Buchstaben: wie bei Tabelle 1 und k = Kontroll.

Bemerkung: fett gedruckt Angaben beziehen sich auf Ergebnisse, die die höchsten Durchschnittswerte der im Jahr 1950 an verschiedenen Standorten kultivierten Schwarzen-Gola überschreiten.

Die fettgedruckten Zahlen der Tabelle erweisen sich als ziemlich gut, wenn wir sie mit der der jährlichen Baumwollproduktion Ungarns aus dem Jahre 1951 vergleichen.⁴ (S. Tab. 6.)

⁴ Siehe Literaturverzeichnis.

Tabelle 6

Standort	Reiss festigk. g	Modale länge mm	Bartlänge mm	Basis %	Gleichmässigkeit	Feinheitszahl	Reisslänge Km
Kisujzállás I. Lese	5,28	23,79	26,33	47,0	1110	3720	19,6
Kiszállás I. Lese	5,03	24,02	26,90	40,2	966	4800	23,2
Siklós I. Lese	5,06	20,35	23,57	48,8	993	4970	25,2
Dég I. Lese	4,92	22,30	25,17	45,5	1015	5300	26,1

Schliesslich seien noch unsere bzgl. der Abkürzung der Züchtungsdauer gemachten Erfahrungen erwähnt, wobei vor allem 3 Entwicklungsphasen hervorgehoben sind: der Zeitpunkt des Erscheinens der ersten Laubblätter, der ersten Blüten und des Aufspringens der ersten Früchte.

Tabelle 7

Das Versuch objekt	Das Erscheinen der ersten Laubblätter	Die Bildung der ersten Knospen	Das Aufblühen der ersten Blüten	Das Aufspringen der ersten Früchte
	nach der Aussaat /15. V./			
Mit UV bestrahlt	am 28. Tag /13. VI./	am 48. Tag /2. VIII./	am 73. Tag /27. VII./	am 130. Tag /22. IX./
Kontroll	am 33. Tag /15. VI./	am 53. Tag /7. VII./	am 81. Tag /4. VIII./	am 141. Tag /3. X./

Diskussion der Ergebnisse

Die vegetativen Bestandteile der aus den bestrahlten Pflanzen waren besser entwickelt als die der Kontrollpflanzen, was an dem kräftigeren Wurzelsystem, der grösseren Anzahl von Seitentrieben, der Stengeldicke und der grösseren Zahl von Blüten und Früchten gleichsam zum Ausdruck kommt.

Es konnte festgestellt werden, dass die *Verlängerung der Bestrahlungsdauer gewöhnlich einer linearen Steigerung der Entwicklung aller vegetativen und reproduktiven Organe nach sich zog*. Auch hinsichtlich des Mehrertrages zeitigte die Bestrahlung der Samen beachtenswerte Ergebnisse. Infolge der täglich 3×20 Minuten dauernden Bestrahlung reiften durchschnittlich 1—3 Kapseln mehr als an den Kontrollemplaren, und zwar in steigender Reihenfolge:

06, 05, 01, 55.

Die Sorte Nr 53 lieferte ein negatives Ergebnis.

Die tägliche Bestrahlung mit 3×40 Minuten liess durchschnittlich 1—7 Kapseln mehr reifen, in folgender Rangordnung:

06, 05, 55, 53.

Die Sorte Nr 01 zeigte schlechtere Reifungsergebnisse.

Der Mehrertrag nach täglich 3×60 Minuten Bestrahlung betrug durchschnittlich 4—13 Kapseln in folgender Reihenfolge:

06, 01, 55, 53.

Nr 05 gab einen schlechteren Durchschnitt als die Kontrollpflanzen.

Die Sorten 06, 55 und 53 brachten also bei gesteigerter Strahlungsdauer progressive mehrere Kapseln zur Reifung.

Die in Tabelle 4 enthaltenen Daten lassen ferner auch daran auf schliessen, dass die UV-Bestrahlung der Samen auf die ganze Entwicklung der Pflanze von Einfluss war, was übrigens die sowjetischen Forscher auch bei der Sonnenbestrahlung der Samen hervorheben, nämlich dass die einzelnen Entwicklungsphasen- und abschnitte abgekürzt werden. Im Verhältnis zu den Kontrollpflanzen wurde die Entwicklungszeit bis zur ersten Knospenbildung um 5 Tage, bis zum Anfang des Blühens um 8 Tage und bis zur Reife der Früchte um 11 Tage verkürzt (Sorte 01 und 06, s. Tab. 5).

Die infolge der Bestrahlung zutagegetretene Veränderung der Eigenschaften der Baumwollhaare war — wie aus Tabelle 5 hervorgeht — sehr verschieden. Hierbei dürfte auch der Umstand eine Rolle spielen, dass die Auswertung auf Grund der Gesamthaare nur weniger Kapseln geschah.

Als sehr geeignet für das Studium der Zusammenhänge erweist sich das »Merkmalnetz«.

	3	4	3	4'	3'	4	3'	4'
1			53a				53b	
2		I		II		II		III
1		06a	06c					
2'		II	55a			III		IV
1'		01a			01c		55c	
2		06b			05a			
		55b			05c	III		IV
1'					53c		01b	
2'							05d	
		III		IV		IV		V

Erklärung der Zeichen im »Merkmalnetz«.

- 1 Höhere Reissfestigkeit als bei den Kontrollen
- 1' Geringere Reissfestigkeit als bei den Kontrollen
- 2 Grössere Bartlänge als bei den Kontrollen
- 2' Kleinere Bartlänge als bei den Kontrollen
- 3 Höhere Einheitlichkeitszahl als bei den Kontrollen
- 3' Niedrigere Einheitlichkeitszahl als bei den Kontrollen
- 4 Grössere Feinheitzahl als bei den Kontrollen
- 4' Niedrigere Feinheitzahl als bei den Kontrollen
- I, II, III, IV, V, gedeutet die Qualität der »Baumwollhaare«.

Bei inbetrachtziehen sämtlicher Eigenschaften der »Baumwollhaare« ergibt sich hinsichtlich der in den Versuchen benützten (Kontroll) Arten folgende Qualitätsreihenfolge:

Eine Qualität	Ia d. h. die alle übrigen in jeder Hinsicht übertreffen würde, gibt es nicht.
Als „	IIa gelten die Sorten Nr 01 und 05.
„ „	IIIa gelten die Sorten Nr 53 und 55.
„ „	IVa Klasse gilt Sorte Nr 06.

Auf Grund des »Merkmalsnetz« es kann festgestellt werden, dass als Ergebnis der U. V. Bestrahlung eine Verschiebung in die »Kombination« der Eigenschaften eintritt, die wiederum eine Verschiebung der Qualität der Kontrollsorten bewirkt und zwar:

Eine Qualität	Ia existiert nicht.
„	IIa sind 01 a, 06 a, b, c; 53 a, 55 a, b.
„	IIIa sind 01 c, 05 a, c; 53 b, c.
„	IVa ist 55 c.
„	Va sind 01 b und 05 b.

Die Versuchsdaten erbringen den Beweis, dass die UV-Bestrahlung sich aus auf die Qualität der Baumwolle erstreckt und sie in gewisser Beziehung günstig beeinflusst. Ergebnisse aber, welche eine Verbesserung aller Qualitäten der Baumwolle gegenüber den Kontrollen ergeben würden, lassen sich mittels UV-Bestrahlungen, aber nicht erzielen. Andererseits konnte aber auch festgestellt werden, dass die im Versuch benutzten Sorten Nr 01 und 05 am wenigsten empfindlich waren, während Nr 06 sich qualitativ in jeder Hinsicht als besser erwies. Nr 53 und 55 nahmen Mittelstellung ein.

Auf Grund der Ergebnisse, ist das Studium der physiologischen Wirkung der UV-Bestrahlung nicht ganz ohne Interesse und sollte eventuell auch bei anderen Pflanzensamen untersucht werden, da die Verlängerung der Bestrahlungsdauer auch eine gesteigerte Wirkung nach sich zog.

Schrifttum

1. Havas, G.: Gyapottermelési kísérletek Magyarországon. (Kísérleti Közl. 1924., 1926. évf. Bp.)
2. Jakuskin, I. V.: Növénytermelés. (I—II. k. Mezőgazd. Kiadó, Bp. 1951.)
3. Liszenko, T. D.: A hőtenyező hatása a növényi fejlődésfázisok időtartamára. (Mezőgazd. Kiadó, Bp. 1951.)
4. Makszimov, N. A. és Genkelj, P. A.: A stádiumos (szakaszos) fejlődés elmélete és ennek jelentősége a növények fiziológiája számára. (Mezőgazd. Dokumentációs Központ, Bp. 1949.)
5. Mándy, Gy.: Üvegházban végzett gyapotfajta-vizsgálatok eredményei. (A M. T. A. Biol. és Agr. Oszt. Közleményei, Bp. II. 1—4. sz., p. 195—228.)
6. Obermayer, E.: Gyapottermesztési útmutató. (Gyapotterm. N. V., Bp. 1949.)
7. Obermayer, E.: Gyapottermesztés Magyarországon. (Agrártudomány I. Bp. p. 85—89.)
8. Rapaics, R.: A magyarországi gyapottermesztési kísérletek jövője. (Term. Tud. Közl. 74, Bp. 1942, p. 89—91.)
9. Textilipari Központ Kutató Laboratóriuma: Az 1950. évi hazai termesztésű gyapot vizsgálati eredményei. (Bp. 1951.)

ÜBER DEN EINFLUSS DES LEBENSALTERS UND DER LEBENSBEDINGUNGEN AUF DEN MARKSTRAHLENANTEIL IM HOLZKÖRPER DER ESCHÉ

(Studien über *Fraxinus excelsior* L. I.)

Von

I. SZALAI und MAGDALENE B. VARGA

Aus dem Institut für Pflanzenphysiologie der Universität Szeged, Ungarn.

Einleitung

Aus der Literatur sind zahlreiche Angaben über Gestaltung und Anteil der Markstrahlen in der Aufbausubstanz der verschiedenen Holzkörper bekannt, ähnliche Beobachtungen über *Fraxinus excelsior* L., dieses von heimischem Gesichtspunkte so wertvolle Nutzholz, sind aber kaum vorhanden. Allgemein hin kann gesagt werden, dass die *Coniferen* in dieser Hinsicht weit gründlicher studiert worden sind als die *Laubbäume*.

KRIBS (16) schreibt: »Ray with an ray depth do not appear to have much phylogenetic significance; indeed it is questionable whether they are of great diagnostic value, for the exhibit considerable variation, not only from tree to tree, depending on site, but at different levels in the same tree and at various distances from the pith at the same level«, gibt aber keinerlei Anhaltspunkte dafür, in welcher Weise Zahl und Breite der Markstrahlen innerhalb der einzelnen Individuen in Abhängigkeit von ihrem Eigenalter und dem Allgemeinalter des betreffenden Baumes variieren. Für die Klärung der Ontogenese der Waldesche scheint uns das Studium dieser Verhältnisse von ziemlicher Wichtigkeit.

Da unser Untersuchungsmaterial verschiedenen Standorten entstammt, bot sich auch eine Gelegenheit, einiges über die Rolle der Umweltfaktoren zu erfahren. HUBER und SCHMIDT (13) stellten auf Grund von vergleichend-anatomischen Untersuchungen fest, dass die *Konstitution von der Funktion beherrscht wird*, d. h. die anatomischen Holzmerkmale heute mehr bedeuten als bisher, da sie ausser den Eigentümlichkeiten der Art auch als Anpassungsmerkmale angesehen werden können.

Die Markstrahlen stellen — ebenso wie das Parenchymteils auch Speicherelemente für die überschüssigen Baustoffe dar, so dass die Ansicht, ihre Zahl, noch mehr aber ihr Anteil, stehe mit dem Erfüllungsgrade ihrer Ernährungsansprüche in engem Zusammenhange, logisch erscheint.

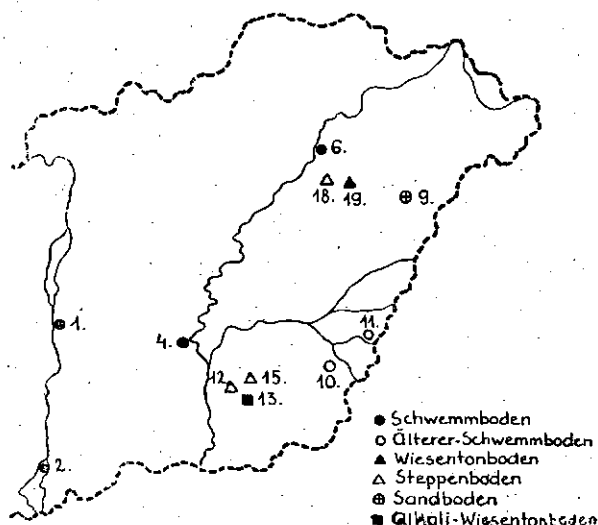
Den Mittelpunkt unserer Untersuchungen bildeten folgende zwei Gesichtspunkte:

1. Wie gestaltet sich Zahl und Breite der Markstrahlen einerseits in ein und demselben Individuum vom Mark zum Kambium in den verschiedenen Stammhöhen und andererseits: bestehen in dieser Hinsicht so wesentliche Unterschiede in den Exemplaren verschiedener Standorte, dass daraus auch auf die mengen- und zahlenmässige Gestaltung der Markstrahlen in Abhängigkeit von den ökologischen Einflüssen der Standorte gefolgert werden kann?

2. In welchem Grade sind die Markstrahlen am Aufbau der Holzmasse der Waldesche beteiligt und ist ihr prozentualer Anteil mit dem Standort bzw. mit dessen ökologischen Gegebenheiten in Zusammenhang zu bringen?

Untersuchungsmaterial und Methodik

Das untersuchte Material wurde aus folgenden Wäldern Ungarns eingeholt (s. Kartenskizze):



Skizze 1: Skizze der Sammelplätze der untersuchungen Eschen unter Angabe der Bodenart.

Sammelplatz

1. Erzsébet-Wald (Dunavecse—Szalkszentmárton).
2. Pandur-Wald (Szeremle—Baja).
4. Tös-Wald (Alpár).
6. Kisfaludy-Wald (Polgár).
9. Savóskuter-Wald (Hajdúsámson).
10. Géza-Wald (Békéscsaba).
11. Sarkad-remete-Wald (Sarkad).
12. Park-Wald (Derekegyháza).
13. Kéktó-Wald (Ördögöspuszta).
15. Nagymágocs-Wald (Nagymágocs).
18. Bágger-Wald (Folyás).
19. Bagotaer-Wald (Folyás).

Beim Sammeln des Untersuchungsmaterials wurde mit grösster Umsicht vorgegangen und darauf geachtet, dass möglichst Exemplare aus gleich dichtem Baumbestand mit hochaufgeschossenen Stämmen und gleichmässig entwickelter Laubkrone zur Untersuchung gelangen, um eine möglichst reale Vergleichsbasis zu erhalten. Die ausgewählten Bäume wurden etwa 20 cm über der Erde durchgesägt und dann den umgelegten Stämmen in Höhe von 0, 8, 12, 16, 20 und 24 m Scheiben entnommen, die sämtlich zu Querschnitten — vom Mark bis zum Kambium — aufgearbeitet wurden und aus jedem einzelnen Jahrring je ein Tangentialschnitt von der Grenze des Früh- und Spätholzes hergestellt. An jedem der ersten fünf neben dem Markstrang befindlichen und dann aus jedem weiteren fünften Jahrring stammenden Tangentialschnitt wurden Messungen und Berechnungen angestellt. Die angegebenen Daten beziehen sich auf je 1 mm² Fläche. Bei der Berechnung des prozentualen Anteiles der Markstrahlen bedienten wir uns der De SMIDT—MEYER'schen photomikrographischen Methode. Die auf zahlreichen Daten beruhenden Feststellungen sind in Tabellen und Abbildungen zusammengefasst. Mit der Beifügung einer grösseren Anzahl von Abbildungen sollte die langwierige Umschreibung der Charakterisierungen umgangen werden.

Auf Grund von Untersuchungen an einem grossen, verschiedenen Standorten entstammenden Material gelangten wir zu der Feststellung, dass die zahlen- und mengenmässige Entwicklung der Markstrahlen auf die gleiche Weise und nach gleichen Gesetzmässigkeiten vor sich geht, durch oikologische Einflüsse aber bis zu einem gewissen Grade modifiziert werden kann. Vorliegende Arbeit behandelt deshalb die Einzelergebnisse und Vergleichsdaten von Individuen aus insgesamt vier Bodenarten, da sie sich zum Beweise unserer Feststellungen als ausreichend erwiesen. Das Material aus Schwemmbodengebieten wurde mit Nr. 1, das aus Sandboden mit Nr. 2, das aus Steppenboden mit Nr. 3 und jenes aus Wiesentonboden mit Nr. 4 bezeichnet.

Die eingehende Besprechung der feineren Struktur, so die Häufigkeit und Gestaltungsverhältnisse der homogenen, heterogenen und geteilten Markstrahlen würde den Rahmen unserer Zielsetzung überschreiten. Diese Gesichtspunkte werden nur insofern berücksichtigt, als sie zur Charakterisierung der Standorteinflüsse geeignet wären.

Eigene Untersuchungen

Bei der Besprechung der Einzelergebnisse werden — gemäss der eingangs erwähnten zwei Gesichtspunkten — zunächst Zahl und Dicke der Markstrahlen und dann ihr prozentualer Anteil erörtert.

ANZAHL UND DICKE DER MARKSTRAHLEN IN VERSCHIEDENEN ALTERSSTUFEN UND STAMMHÖHEN.

Vor Beginn der Untersuchungen nahmen wir an, dass in der qualitativen und quantitativen Gestaltung der Markstrahlen ausser den Eigenheiten der Art auch oikologische Einflüsse des Standortes zum Ausdruck kommen dürften. Als wir dann Zahl und Dicke der Markstrahlen durch den ganzen Querschnitt der verschiedenen Holzkörper vom Mark bis zum Kambium untersuchten und diese Verhältnisse auch in den verschiedensten Stammhöhen nachprüften, hielten wir uns stets das Alter des Individuums (allgemeines Alter) und das des gerade untersuchten Abschnittes (relatives Alter) vor Augen, da Ontogenese und äussere Umwelteinflüsse nur aus dem Verhältnis dieser beiden Faktoren zueinander geklärt werden können.

a) Gestaltung der Anzahl der Gesamtmarkstrahlen.

Nr. 1. Exemplar aus dem Schwemmboden der Theisz (Polgár, Kisfaludy-Wald) mit 54 Jahrringen. Die Zahl der Markstrahlen wurde in Höhen von 0, 8 und 16 m untersucht (Abb. 1).

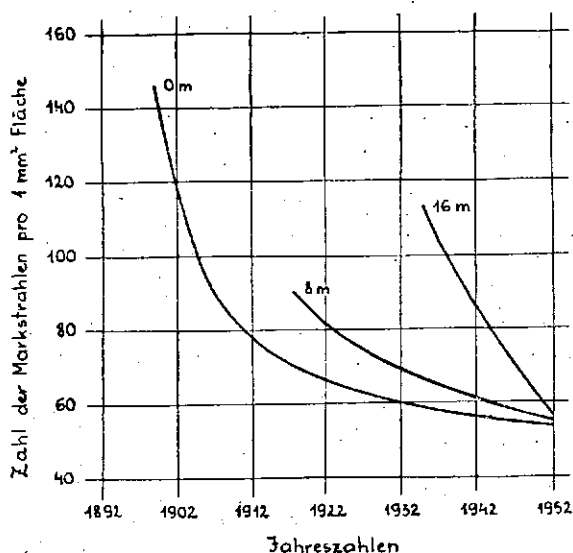


Abb. 1.: Zahl der Gesamtmarkstrahlen in verschiedenen Lebensaltern und Stammhöhen.

In allen Höhenniveaus ist eine Abnahme der Markstrahlen nach aussen hin festzustellen. In den niedrigeren Stammhöhen (0 und 8 m) lässt die anfangs rapide Abnahme nach; während in der höchsten untersuchten Stammhöhe (16 m) die Kurve steil abfällt. Auffallend ist, dass die Kurven in der Reihenfolge der Höhenniveaus übereinander zu liegen kommen, was bedeutet, dass in ein und demselben Jahrring die Zahl der auf eine Flächeneinheit fallenden Markstrahlen aufwärts immer mehr zunimmt. Einen Unterschied in den verschiedenen Stammhöhen stellt auch die starke Abweichung der in den extremen Werten zutage tretenden Differenzen dar:

In	0 m	Höhe	Abnahme der Markstrahlen von	146	auf	53	(Diff.: 93)
"	8 m	"	"	90	"	53	" 37
"	16 m	"	"	112	"	58	" 54

Diese Erscheinung tritt — wie wir später sehen werden — auch in der Dicke (1-, 2- oder 3-Schichtigkeit) der Markstrahlen zutage.

Nr. 2. Auf Sandboden erwachsenes Exemplar mit 34 Jahrringen (Hajdú-sámson, Savóskuter-Wald). Die Untersuchungen wurden in Höhen von 0, 8, 16 und 24 m vorgenommen. Auch hier ist, ähnlich wie bei den Exemplaren aus Schwemmboden, eine Abnahme der Markstrahlen nach aussen hin festzustellen, doch ist hier die Aufeinanderfolge der Höhenniveaus infolge der 8-m-

Kurve gestört. Auffallend ist ferner der wesentlich geringere Unterschied in den Extremwerten gegenüber den vorherigen Befunden.

In 0 m Höhe Abnahme der Markstrahlenanzahl von	84	auf	52	(Diff.: 32)
„ 8 m „ „ „ „	54	„	34	„ 20
„ 16 m „ „ „ „	74	„	60	„ 14
„ 24 m „ „ „ „	77	„	54	„ 23

Diese Verminderung ist keinesfalls allein mit der geringeren Anzahl der Jahrringe zu erklären, was auch der flache Verlauf der Kurven deutlich beweist. Auch die absolute Anzahl der Markstrahlen ist in allen Höhenabschnitten wesentlich geringer. Besonders auffallend ist die Markstrahlenarmut in 8 m Höhe. (Abb. 2.)

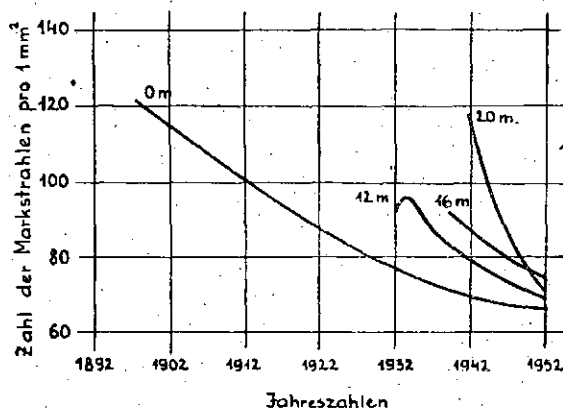


Abb. 2.: Zahl der Gesamtmarkstrahlen in verschiedenen Lebensaltern und Stammhöhen.

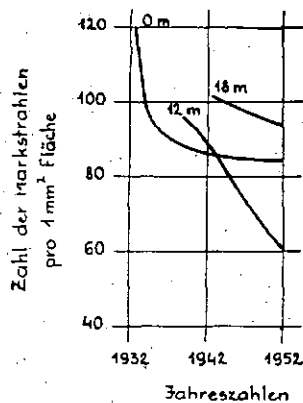
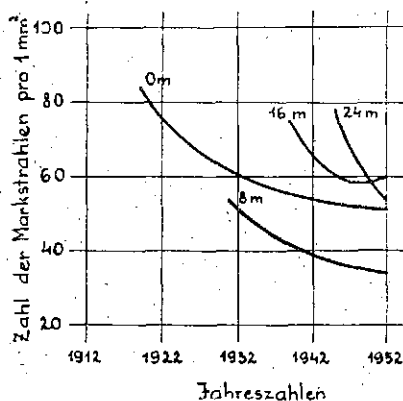


Abb. 3. und 4.: Zahl der Gesamtmarkstrahlen in verschiedenen Lebensaltern und Stammhöhen.

Nr. 3. In Steppenboden erwachsener Baum mit 55 Jahrringen (Nagy-mágocser Wald). Die Markstrahlenverhältnisse wurden in 0, 8, 12, 16 und 24 m Höhe untersucht; die Ergebnisse sind in Abbildung 3 dargestellt.

Die Ergebnisse stimmen mit den bei den vorhergehenden Individuen erhaltenen insofern überein, als die Zahl der Markstrahlen nach aussen hin abnimmt, ein Unterschied aber besteht hinsichtlich der absoluten Markstrahlenzahl, die sich hier auch in den jüngsten Jahrringen als sehr hoch erwies (ca 70).

Die Extremwerte in 0 und 24 m Höhe sind äussert hoch:

In 0 m Höhe Abnahme der Markstrahlen von	122	auf	65	(Diff.: 57)
„ 12 m „ „ „ „ „	96	„	68	„ 28
„ 16 m „ „ „ „ „	92	„	73	„ 19
„ 24 m „ „ „ „ „	117	„	71	„ 46

Nr. 4. Baum mit 20 Jahrringen aus Wiesentonboden (Folyás, Bagotaer-Wald). Markstrahlenzählungen wurden in 0, 12 und 18 m Höhe vorgenommen; die Ergebnisse sind in Abb. 4 wiedergegeben.

Die allgemeine Gesetzmässigkeit, nämlich die Verminderung der Markstrahlenzahl in jüngeren Jahrringen ist auch hier erkennbar, jedoch gestalten sich die Kurven in den einzelnen Höhenzonen sehr verschieden. In den 0 m-Proben gleichen sie den vorhergehenden, in der 12 m-Zone sind — ähnlich wie bei Nr. 2 — im Vergleich zu den anderen Höhen weniger Markstrahlen anzutreffen. Auffallend gegenüber dem bisher Festgestellten ist der flache Verlauf der obersten Kurve. Die Extremwerte gestalten sich folgendermassen:

In 0 m Höhe Abnahme der Markstrahlen von	120	auf	85	(Diff.: 35)
„ 12 m „ „ „ „ „	96	„	61	„ 35
„ 18 m „ „ „ „ „	101	„	94	„ 7

Wahrscheinlich sind bei diesem Exemplar infolge seines geringen Alters die charakteristischen Züge noch nicht voll entwickelt, obzwar die 0 m-Kurve diese Annahme nicht unterstützt.

In den obigen vier Abbildungen nimmt die Zahl der Gesamtmarkstrahlen nach aussen hin ab, doch ist diese Erscheinung nicht artspezifisch, da sie sowohl bei Laub- als auch bei Nadelbäumen allgemein gültig ist. Demgegenüber bieten die in den Extremwerten feststellbaren absoluten Unterschiede eine gewisse Unterlage für die Untersuchung der Umwelteinflüsse. Der Verlauf der Kurven beweist, dass die Zahl der Markstrahlen innerhalb ein und desselben Jahrringes mit ansteigender Stammhöhe zunimmt. Die tabellarische Zusammenfassung der Mittelwerte der Markstrahlenzahlen sämtlicher Jahrringe in den verschiedenen Stammhöhen lässt eine auffallende Markstrahlenarmut des im Sandboden erwachsenen Exemplares gegenüber den aus anderen Bodenarten stammenden Bäumen erkennen (s. Tabelle 1).

Tabelle 1.

Standort	Durchschnittszahl der Markstrahlen pro mm			
	1 Stammhöhe	2 Stammhöhe	3 Stammhöhe	4 Stammhöhe
Schwemmboden	100	73	84	—
Sandboden	63	42	67	75
Steppenboden	92	87	83	90
Wiesentonboden	102	92	79	98

b) Die Verteilung der verschieden dicken Markstrahlen.

Die Markstrahlen sind 1-, 2- und 3-schichtig; 4-schichtige kommen selten und auch dann nur auf kurzen Strecken vor, wenn nämlich die 3-schichtigen in den breiteren Jahrringen an der Grenze des Früh- und Spätholz sich zu 4-schichtigen ausbreiten.

Die Dicke der Markstrahlen hängt einerseits mit dem Allgemeinalter, andererseits mit dem Eigenalter des Kambiums auf das engste zusammen. In weiteren Untersuchungen wurden die in der Dicke der Markstrahlen sich offenbarenden Gesetzmässigkeiten in den verschiedenen Höhen studiert und in gesonderten Abbildungen festgehalten. Der Vergleichbarkeit wegen wurden die gleichen Schnitte benützt, an denen die Gesamtmarkstrahlenzahlen bestimmt worden waren.

Den Kurven liegen die Mittelwerte der in jedem 1—4. bzw. jedem weiteren 5. Jahrring — vom Mark aus gezählt — vorgenommenen Zählungen zugrunde.

Einschichtige Markstrahlen

Nr. 1. Die Zählungsergebnisse enthält Abbildung 5.

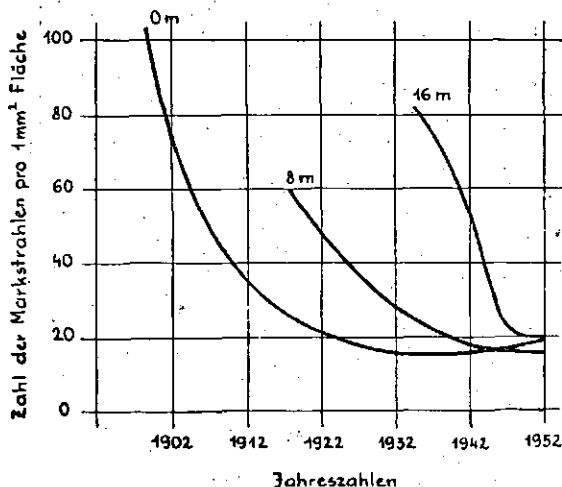


Abb. 5.: Gestaltung der einschichtigen Markstrahlenzahl in den verschiedenen Stammhöhen.

Die Kurven dieser Abbildungen weisen eine weitgehende Ähnlichkeit mit denen aus Abbildung 1 auf, und zwar nicht nur der Form nach, sondern auch in den Wertverhältnissen. Einen Unterschied bedeutet nur die kleinere absolute Zahlengrösse, die Differenzen in den Extremwerten sind ungefähr gleich. Dies bedeutet gleichzeitig auch, dass in diesem Falle — vor allem in den älteren Jahrringen — ebenfalls die einschichtigen Markstrahlen einen beträchtlichen Anteil des Markstrahlenbestandes ausmachen.

Nr. 2. Die Ergebnisse sind in Abbildung 6 wiedergegeben.

Verlauf und Form der Kurven stehen denen in Abb. 2 sehr nahe, auch hier ist die Mehrzahl der Markstrahlen einschichtig. Die absoluten Werte sind naturgemäss kleiner, insbesondere in den jüngeren Jahrringen nimmt die Zahl der einschichtigen Markstrahlen beträchtlich ab.

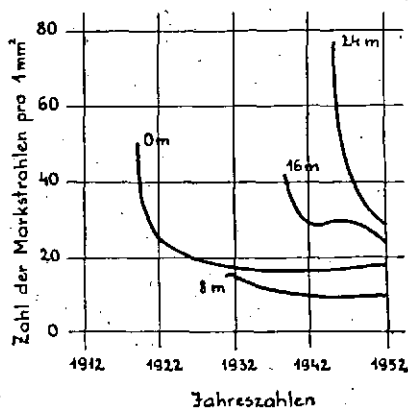


Abb. 6.: Gestaltung der Zahl der einschichtigen Markstrahlen in den verschiedenen Stammhöhen.

Nr. 3. Die Ergebnisse befinden sich in Abbildung 7.

Ein Vergleich der Kurve des ersten Höhenniveaus mit der entsprechenden Kurve aus Abb. 3 ergibt, dass in den älteren Jahrringen die einschichtigen Markstrahlen nur etwa 50% betragen und in den jüngeren Jahrringen noch weniger, in den jüngsten sogar nur noch 1/7 ausmachen.

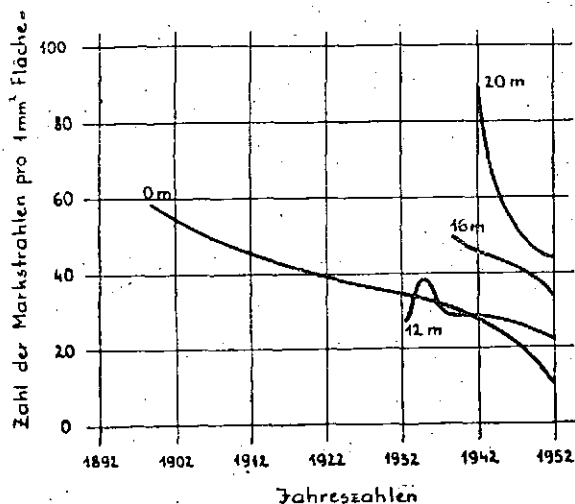


Abb. 7.: Gestaltung der Zahl der einschichtigen Markstrahlen in den verschiedenen Stammhöhen.

Die relativ geringe Anzahl der einschichtigen Markstrahlen (die von dem allgemeinen Typ abweicht) ist möglicherweise auf standortbedingte Einflüsse zurückzuführen. Je höhere Stammhöhen-Kurven wir mit den Kurven der Gesamtmarkstrahlenzahl vergleichen (Abb. 3), desto weniger kommt diese Eigentümlichkeit zur Geltung.

Nr. 4. Die Ergebnisse enthält Abbildung 8.

Hier besteht der Gesamtmarkstrahlenanteil im allgemeinen zu mehr als 50% aus einschichtigen Markstrahlen und in der Nähe des Markstranges — besonders in den höheren Zonen — sogar bis zu 75—85%.

Aus den Abbildungen 5—8, welche die einschichtigen Markstrahlen darstellen, geht demnach hervor, dass die Zahl der einschichtigen Markstrahlen vom Markstrang zum Kambium ab-, in den gleichen Jahrring mit zunehmender Stammhöhe aber — ähnlich wie auch die Gesamtmarkstrahlenzahl — andauernd zunimmt.

Zweischichtige Markstrahlen

Nr. 1. Die Untersuchungsergebnisse sind in Abb. 9 dargestellt.

Die Anfangs- und Endabschnitte der Kurven zeigen keinen wesentlichen Unterschied. Die mit dem Allgemeinalter einhergehende Abnahme der zwei-

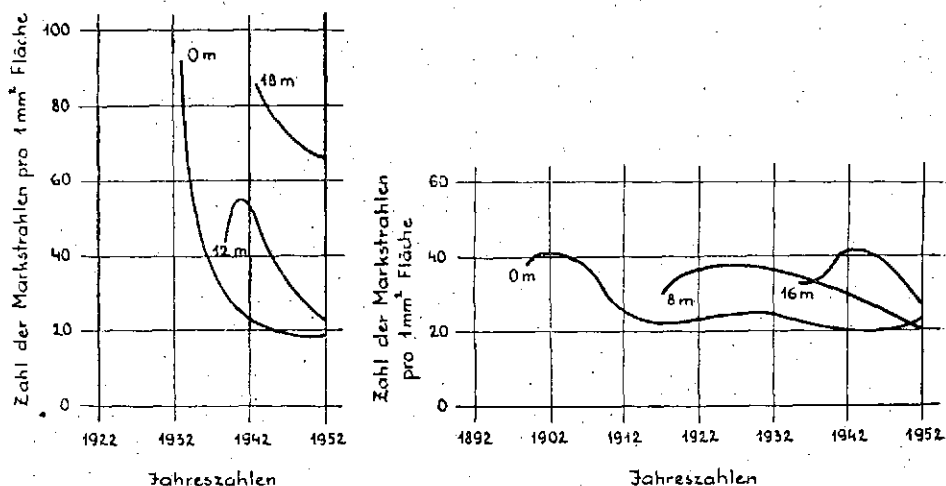


Abb. 8.: Gestaltung der Zahl der einschichtigen Markstrahlen in den verschiedenen Stammhöhen.

Abb. 9.: Gestaltung der Zahl der zweischichtigen Markstrahlen in den verschiedenen Stammhöhen.

schichtigen Strahlen ist zwar noch erkennbar, aber schon nicht mehr bedeutend und nicht unbedingt charakteristisch. Mit zunehmender Stammhöhe aber nimmt ihre Zahl zu.

Nr. 2. Die Ergebnisse befinden sich in Abbildung 10.

In der ersten und zweiten Zone nimmt die Zahl der zweischichtigen Markstrahlen mit zunehmendem Alter ab, während in der dritten und vierten ein Anstieg zu verzeichnen ist. Es ist auch eine progressive Anordnung der

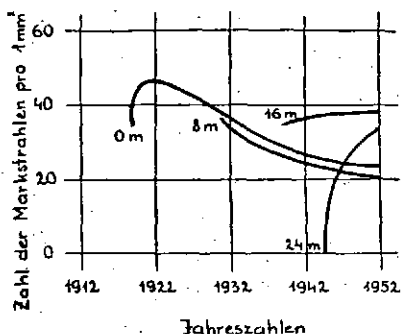


Abb. 10.: Gestaltung der Zahl der zweischichtigen Markstrahlen in den verschiedenen Stammhöhen.

Kurven mit fortschreitender Stammeshöhe zu beobachten, d. h., in diesem Baume sind die meisten zweischichtigen Markstrahlen in 0 m Höhe und die wenigsten in der 24 m-Höhe anzutreffen. Die 16 m-Höhe macht eine Ausnahme, hier verhält sich die höhenmässige Verteilung also umkehrt, wie im vorhergehenden Fall.

Nr. 3. Die Ergebnisse enthält Abbildung 11.

In diesem Holz fallen die Kurven — besonders in den höheren Zonen — nach aussen stark ab: eine wahrnehmbare Abweichung von den Exemplaren

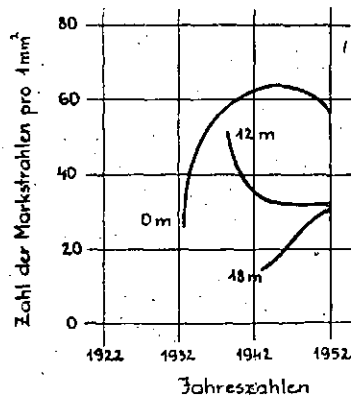
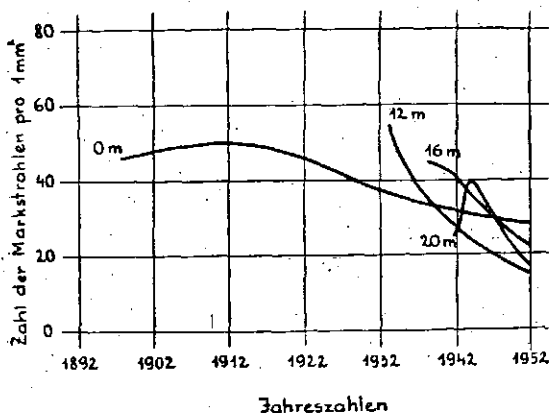


Abb. 11. und 12.: Gestaltung der Zahl der zweischichtigen Markstrahlen in den verschiedenen Stammhöhen.

anderer Standorte. Die Kurven lassen in den höheren Zonen der untersuchten Exemplare in der Nähe des Markstranges nur ganz wenig dreischichtige Markstrahlen vermuten (Abb. 15).

Nr. 4. Zusammenfassung der Ergebnisse in Abbildung 12.

Die Zahl der zweischichtigen Markstrahlen nimmt in 0 und 18 m Stammhöhe nach aussen hin zu, in 12 m Stammhöhe aber ab.

Wie aus Abb. 9—12. ersichtlich, lassen die Schwankungen der zweischichtigen Markstrahlen in horizontaler und vertikaler Richtung keine so ausgesprochene Regelmässigkeit erkennen wie die einschichtigen und — wie wir später sehen werden — die dreischichtigen. Zahl und Anordnung der zweischichtigen Markstrahlen sind demnach nicht charakteristisch; in den älteren Jahrringen steigt ihre Zahl gemeinsam mit den dreischichtigen an, während sie in den jüngeren Jahrringen — ähnlich wie die einschichtigen Markstrahlen — abnimmt. Das gleiche gilt auch für die Menge und Anordnung der in vertikaler Richtung untersuchten Schnitte.

Dreischichtige Markstrahlen

Es ist erwiesen, dass die charakteristischen anatomischen Eigenschaften der Bäume erst von ihrem 15. Lebensjahre an zur Entwicklung gelangen und stabilisiert werden. Bezeichnend für die Waldesche sind die dreischichtigen Markstrahlen, die in der Tat erst in den Stämmen höheren Alters die Hauptmasse der Markstrahlen bilden. Die Verhältnisse der dreischichtigen Markstrahlen in dem aus verschiedenen Standorten gesammelten Untersuchungsmaterial zeigen die Abbildungen 13—16.

Nr. 1. (Abb. 13). Nach dem Verlauf der Kurven finden sich die meisten dreischichtigen Markstrahlen in 0 m Stammhöhe und die wenigsten in 16 m Stammhöhe, und ihre Zahl nimmt nach aussen hin zu.

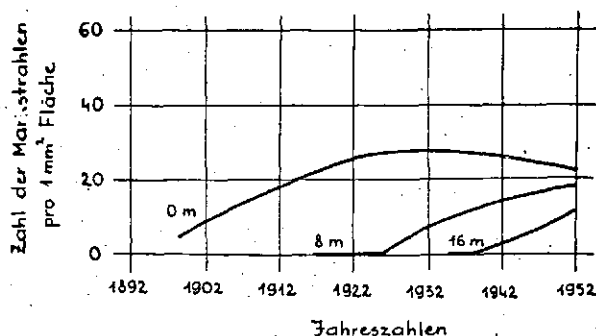


Abb. 13.: Gestaltung der Zahl der dreischichtigen Markstrahlen in den verschiedenen Stammhöhen.

Die in den älteren Jahrringen zu beobachtende Verminderung wird mit zunehmender Stammhöhe immer augenfälliger. Diese Kurven stellen gewissermassen das Spiegelbild der einschichtigen Strahlenkurven dar.

Nr. 2. (Abb. 14). Auffallend ist die niedrige Zahl der dreischichtigen Markstrahlen. Allgemein bezeichnend ist, dass der Anstieg der Kurve von innen nach aussen sich in allen drei Höhengniveaus manifestiert. In 24 m Stammhöhe sind dreischichtige Markstrahlen schon nicht mehr vorhanden.

Nr. 3. (Abb. 15). Die Kurven ähneln denen in Abb. 13. In Abweichung von dem Holze der vorhergehenden Standorte erscheinen hier auch noch in der vierten Zone dreischichtige Markstrahlen.

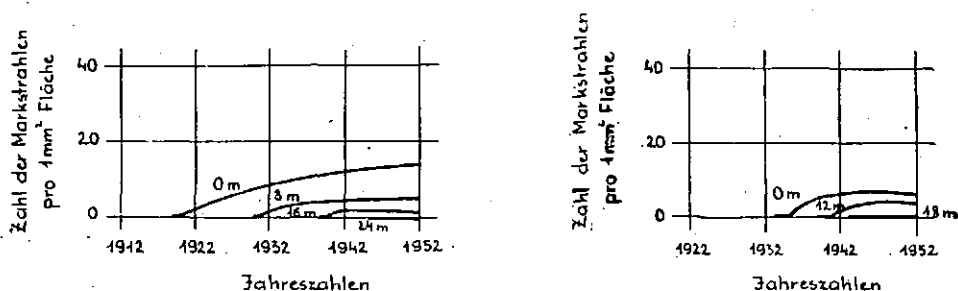


Abb. 14. und 16.: Gestaltung der Zahl der dreischichtigen Markstrahlen in den verschiedenen Stammhöhen.

Nr. 4. (Abbildung 16). Entsprechend dem jüngeren Alter dieses Exemplares finden sich nur im ersten und zweiten Höhenniveau vereinzelt dreischichtige Markstrahlen, während sie im dritten schon völlig fehlen.

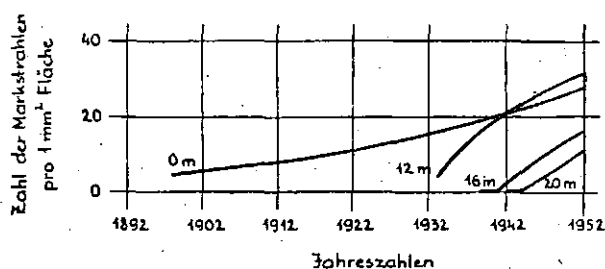


Abb. 15.: Gestaltung der Zahl der dreischichtigen Markstrahlen in den verschiedenen Stammhöhen.

Wie die Abb. 13—16 veranschaulichen, werden dreischichtige Markstrahlen in der Nähe des Markes vermisst, treten aber gegen das Kambium in immer grösserer Zahl auf. In vertikaler Richtung finden sich die meisten dreischichti-

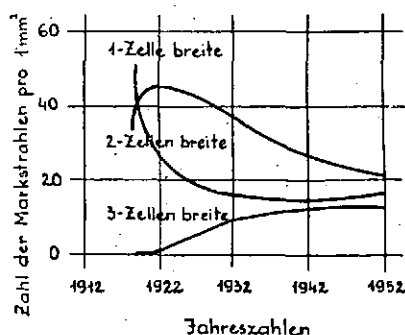


Abb. 18.: Zahl der ein-, zwei- und dreischichtigen Markstrahlen in 0 m. Höhe auf 1 mm². (Auf Sandboden erwachsene Exemplare.)

gen Markstrahlen in jedem Falle in der untersten untersuchten Schicht, mit ansteigender Stammhöhe nimmt ihre Zahl sukzessive ab, in der obersten sind höchstens 2–6 pro mm^2 und später schon gar keine mehr anzutreffen.

Sehr treffend zusammengefasst ist die Gestaltung der Markstarhlenzahl in den Abbildungen, die die Verteilung der gesamten Markstrahlen eines jeden untersuchten Höhenniveaus nach ihrer Schichtigkeit geordnet enthalten (s. Abb. 17–21).

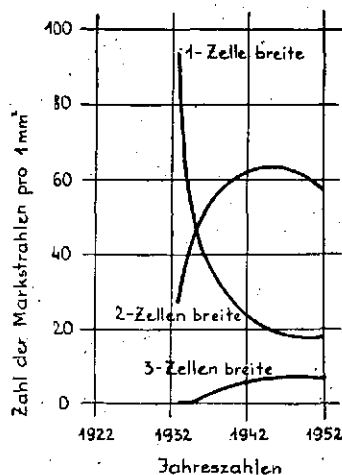
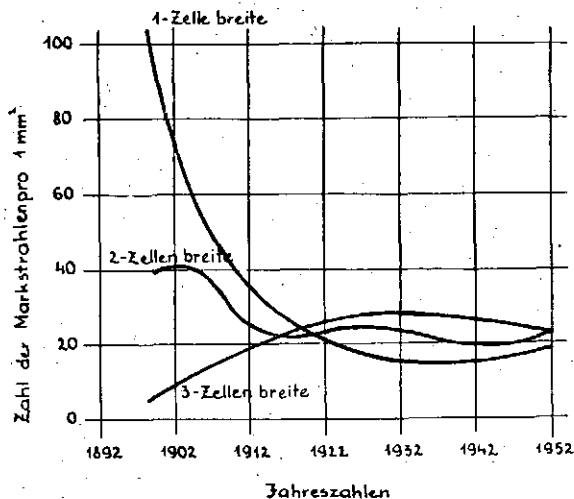


Abb. 17. und 20.: Zahl der ein-, zwei- und dreischichtigen Markstrahlen in 0 m Höhe auf 1 mm^2 . (Auf Schwemm- bzw. Wiesentonboden erwachsene Exemplare.)

Die Kurven der ein- und dreischichtigen Markstrahlen verlaufen stets in entgegengesetzter Richtung, die der zweischichtigen verlaufen verschieden. Häufig nehmen auch die Kurven der ein- und zweischichtigen Markstrahlen entgegengesetzten Verlauf (Abb. 20 und 21).

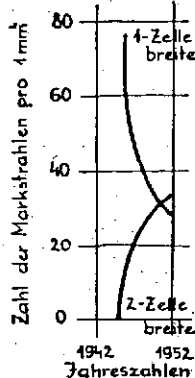
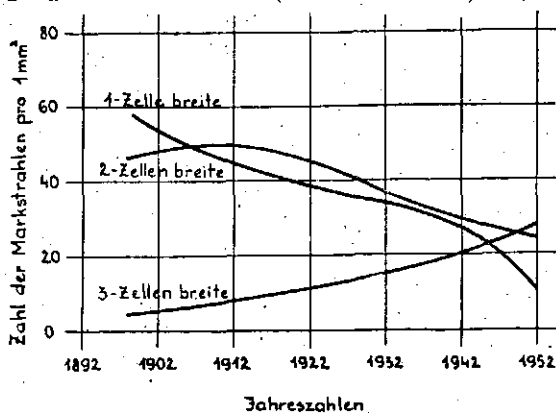


Abb. 19.: Zahl der ein-, zwei- und dreischichtigen Markstrahlen in 0 m Höhe auf 1 mm^2 . (Auf Steppenboden erwachsene Exemplare.)

Abb. 21: Gestaltung der Zahl der ein- und zweischichtigen Markstrahlen in 24 m Höhe auf 1 mm^2 . (Auf Sandboden erwachsenes Exemplar.)

Sehr lehrreich sind diejenigen Tabellen, die bzgl. Markstrahlenhöhe- und Anzahl einen Überblick über den ganzen Querschnitt einer bestimmten Höhe geben, da sie auch Gelegenheit zu feineren Beobachtungen bieten. Von den vielen, aus sämtlichen Standorten hergestellten Tabellen seien hier nur zwei angeführt (Tabelle 2 und 3).

Tabelle 2

Jahrring	Zahl der Markstrahlen				Höhe der Markstrahlen in Zellen		
	1	2	3	zusammen	1	2	3
	schichtig				schichtig		
1	103	39	4	146	2-9	5-11	8-9
4	45	43	13	101	2-9	6-18	9-11
9	56	28	16	100	3-9	6-14	8-11
14	28	21	23	72	2-8	5-12	9-17
19	22	19	29	70	3-8	6-12	8-14
24	25	22	26	73	2-7	5-11	7-13
29	21	24	19	64	3-9	5-11	7-12
34	14	25	15	54	2-8	7-9	8-14
39	15	17	31	63	4-8	7-10	8-11
44	15	15	32	62	3-8	6-10	8-13
49	21	20	11	52	4-7	8-12	7-12
54	18	24	17	59	3-8	6-11	8-12

Sammelplatz Nr. 6; 0 m Stammhöhe (Exemplar aus Schwemmboden).

Tabelle 3

Jahrring	Zahl der Markstrahlen				Höhe der Markstrahlen in Zellen		
	1	2	3	zusammen	1	2	3
	schichtig				schichtig		
1	52	43	—	105	3—11	7—14	—
2	89	22	—	111	2—18	7—9	—
7	51	46	2	99	3—10	8—19	9—13
12	20	38	4	62	3—8	8—13	9—11
17	20	26	12	58	4—10	8—15	1—14

Sammelplatz Nr. 6; 16 m Stammhöhe (Exemplar aus Schwemmboden).

Alle angefertigten Tabellen zeigen, in Übereinstimmung mit den Abbildungen deutlich, dass die Anzahl der einschichtigen Markstrahlen nach aussen hin abnimmt, während die der zweischichtigen variiert und die der dreischichtigen zunimmt. Die Markstrahlenhöhe — in Zellen ausgedrückt — ist ziemlich konstant, ob es sich nun um ein-, zwei- oder dreischichtige Markstrahlen handelt und unabhängig davon, in welchem Jahrring (mit Ausnahme der unmittelbar neben dem Markstrang liegenden) und in welcher Stammhöhe sie liegen.

DIE PROZENTUALE ANTEILNAHME DER GESAMTMARKSTRAHLEN IM AUFBAU DER HOLZKÖRPERMASSE.

Der Anteil der Markstrahlen ist von zwei Gesichtspunkten wichtig, da ihre Menge einerseits den Nutzwert des Holzes bestimmt und andererseits von ihr verschiedene Lebensvorgänge im Holzkörper abhängig sind indem sich auch eine Rückwirkung der Struktur auf die Funktion geltend macht. Beim Studium des ersteren sind eher morphologisch-statistische und bei dem des zweiten vorwiegend physiologische Methoden erwünscht. In der vorliegenden Mitteilung

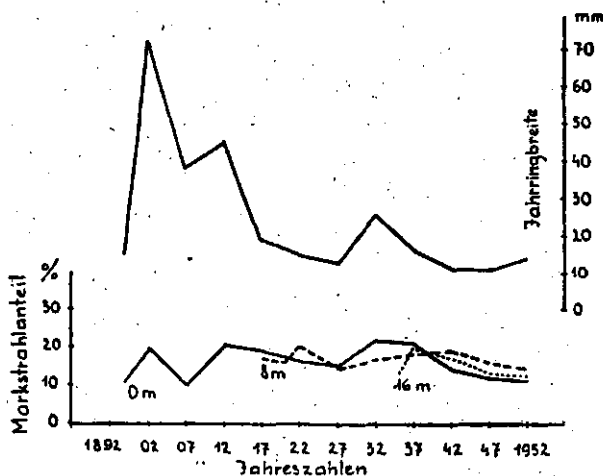


Abb. 22.: Das Verhältnis des prozentualen Markstrahlenanteiles und der Jahringbreite. (Exemplar aus Schwemmboden.)

kommen in erster Linie die morphologischen Beziehungen zur Geltung, aber wo es möglich und notwendig ist, werden auch physiologische Gesichtspunkte mit berücksichtigt.

Die auf Grund von Berechnungen und gravimetrischen Bestimmungen erhaltenen Daten sind im Zusammenhang mit der Breite der Jahringe in den Abbildungen 22—25 dargestellt.

Nr. 1. (Abbildung 22). Der prozentuale Anteil der Markstrahlen ist in allen Stammhöhen ungefähr gleich. Innerhalb dieser engen Grenzen fanden wir grössere Schwankungen in 0 m Höhe. Die Differenzen in den Extremwerten sind in allen Stammhöhen nahezu gleich:

In 0 m Höhe	10—23,	Differenz 13,	Mittelwert	16,5%, ± 6,5%
„ 8 m „	14—21,	„ 7,	„	17,0%, ± 3,0%
„ 16 m „	13—20,	„ 7,	„	16,5%, ± 3,5%

Hieraus ergibt sich, dass der Holzkörper im Laufe seines Lebens — unabhängig von Alter und Standort — in jedem Jahrring nahezu gleiche Markstrahlenmassen bildet.

Nr. 2. (Abbildung 23). Auch hier bietet sich ein ganz ähnliches Bild wie an dem vorherigen Standort. Der prozentuale Markstrahlenanteil variiert innerhalb enger Grenzen und steht nicht mit dem Alter des Jahrringes, respektive des Kambiums im Zusammenhang.

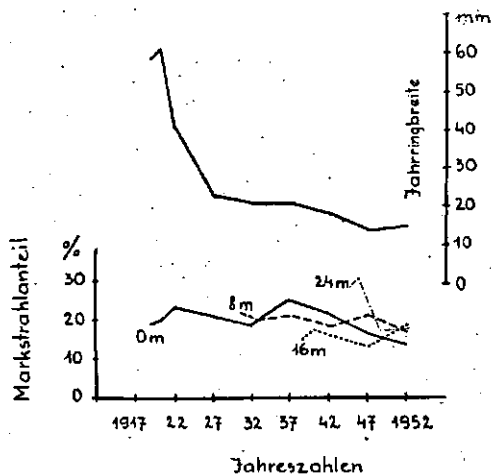


Abb. 23.: Das Verhältnis des prozentualen Markstrahlenanteiles und der Jahringbreite. (Exemplar aus Sandboden.)

Extremwerte und Differenzen:

In	0 m	Höhe	14—25,	Differenz	9,	Mittelwert	18,5%, \pm 4,0%
„	8 m	„	17—22,	„	5,	„	19,5%, \pm 2,5%
„	16 m	„	14—19,	„	5,	„	16,5%, \pm 2,5%
„	24 m	„	17—31,	„	14	„	24,0%, \pm 7,0%

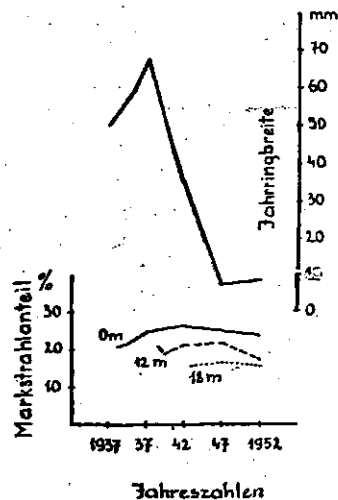
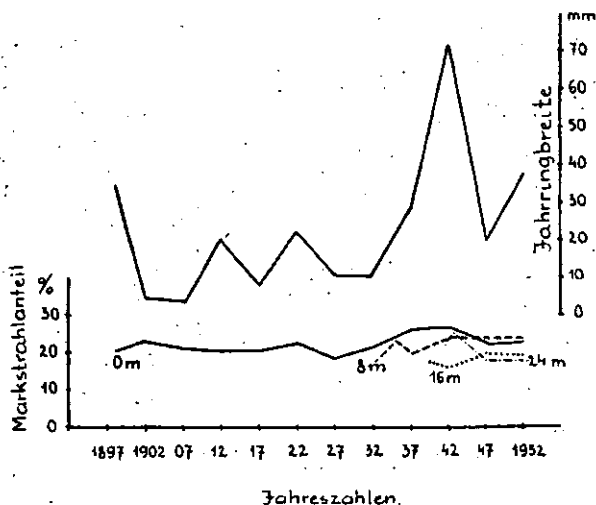


Abb. 24. und 25.: Das Verhältnis des prozentualen Markstrahlenanteiles und der Jahringbreite. (Auf Steppen- bzw. Wiesentonboden erwachsene Exemplare.)

Nr. 3. (Abbildung 24). Prozentuales Verhältnis ähnlich wie bei Nr. 1 und 2, die Schwankungen sind also nur minimal.

In	0 m	Höhe	17—25,	Differenz	8,	Mittelwert	21,0%, \pm 4,0%
„	12 m	„	17—23,	„	6,	„	20,0%, \pm 3,0%
„	16 m	„	15—19,	„	4,	„	17,0%, \pm 4,0%

Nr. 4. (Abbildung 25). Ähnlich wie in den vorhergehenden Exemplaren ist der prozentuale Anteil der Markstrahlen sehr konstant.

In	0 m	Höhe	21—26,	Differenz	5,	Mittelwert	23,5%, \pm 2,5%
„	12 m	„	17—22,	„	5,	„	19,5%, \pm 2,5%
„	18 m	„	16—17,	„	1,	„	16,5%, \pm 0,5%

Besprechung

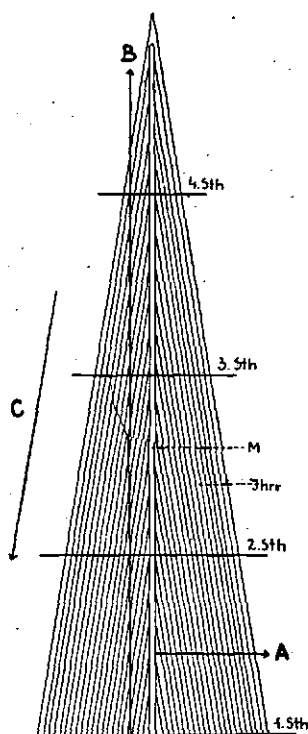
Beim Vergleich unserer Untersuchungsergebnisse mit den Literaturangaben ergeben sich zweifellos zahlreiche Übereinstimmungen. Im Holze der Esche ist in allen Stammhöhen eine Abnahme der Gesamtmarkstrahlenzahlwerte mit dem zunehmenden Lebensalter des Individuums festzustellen, d. h. je mm² Tangentialschnitt finden sich vom Mark auswärts immer weniger Markstrahlen, während ihre Zahl in der Reihenfolge der Höhenniveaus stetig zunimmt. Zu ähnlichen Ergebnissen gelangten FISCHER (7) und ESSNER (6) bei den Coniferen. FISCHER fand anlässlich seiner Untersuchungen in verschiedenen Stammhöhen und Lebensaltern bei der *Picea excelsa*, und ESSNER bei *Pinus strobus*, *Picea* sp., *Juniperus* sp. und *Biota* sp., dass die Durchschnittszahl der Gesamtmarkstrahlenwerte von innen nach aussen abnimmt.

Nach unseren Untersuchungen wird die Gestaltung der Markstrahlen vom Lebensalter in bedeutender Weise beeinflusst, so dass zwischen Zahl und Breite der Markstrahlen und dem Lebensalter des Individuums gewisse Gesetzmässigkeiten zweifellos erkennbar sind.

So wie im Falle der verschiedenen Pflanzenbestandteile müssen auch bei Studium der Markstrahlen des Holzes zwei Begriffe des Lebensalters: das Eigen- und das Allgemeinalter unterschieden werden. Die Zahl und Breite der Markstrahlen auch von dem Lebenspotential des sie erzeugenden Kambiums abhängig sind, muss das Lebenspotential des Eigen- und Allgemeinalters des Kambiums sich in der Struktur der Markstrahlen widerspiegeln. In Anlehnung an die Theorie KRENKE's nehmen wir an, dass auch bei gleichbleibenden äusseren Bedingungen das Lebensfähigkeitspotential des Kambiums mit steigendem Lebensalter abnimmt, obzwar die gegensätzlichen Prozesse der alljährlichen Verjüngung, welche zu einer provisorischen Erhöhung des Lebensfähigkeitspotentials führen, eine gewisse Mässigung bedeuten. Das Eigenalter einer Kambiumzelle ist die Zeit, die von ihrem Erscheinen an bis zu einem gegebenen Augenblick verstrichen ist. Das allgemeine Lebensalter dieses Kambiums wird nicht nur von seinem Eigenalter, sondern auch von dem Gesamtalter des Individuums determiniert. Folglich sind von den Kambiumzellen gleichen Eigenalters diejenigen die älteren, die ein höheres Allgemeinalter haben. Die

Jahrringstruktur des Holzes ist überaus geeignet, das Lebenspotential des Kambiums, welches sich in der Markstrahlen widerspiegelt, räumlich und zeitlich genau lokalisieren zu können.

Bei der Prüfung der Altersverhältnisse in horizontaler Richtung im Sinne der obigen Ausführungen vom Mark bis zum Kambium in den aufeinanderfolgenden Jahrringen ergibt sich folgendes:



Skizze 2.: Die Verhältnisse des Eigen- und Allgemeinalters der Kambiums in den verschiedenen Teilen des Baumstammes. Anmerkungen: Sth = Stammhöhe; Jhrr = Jahrring; M = Mark; A = Das Eigen- und Eigen- und Allgemeinalter steigt im Richtung der Pfeile; B = Das Eigenalter ist gleich, das Allgemeinalter steigt im Richtung der Pfeile; C = Das Allgemeinalter ist gleich, aber das Eigenalter wird immer geringer im Richtung der Pfeile.

wurde längs der B-Linie, und letzteres längs der C-Linie in Skizze 2 durchgeführt. Die dabei erhaltenen Daten müssen — in einem gegebenen Augenblick — das Lebensalterspotential des Kambiums eines Baumkörpers vom Gesichtspunkte der Markstrahlen widerspiegeln und auch, inwiefern das Allgemeinalter die Morphogonese des Eigenalter beeinflusst und umgekehrt.

In einer gegebenen Stammhöhe (1, 2, 3 und 4 in Skizze 2) steigt — vom Mark nach aussen hin — das Eigenalter des die Jahrringe hervorbringenden Kambiums und ähnlich auch sein Allgemeinalter, (A-Linie in Skizze 2), die die jährlich immer neu entstehenden Jahrringe von einem unablässig alternden Kambium produziert werden. Das Eigen- und Allgemeinalter des die inneren, älteren Jahrringe liefernden Kambiums ist noch gering, weshalb es über anatomische Eigenschaften verfügt, die für den jugendlichen Zustand bezeichnend sind, wie z. B. hohe Markstrahlenzahl, Dominieren der einschichtigen Markstrahlen usw. Die äussersten Jahrringe weisen dagegen infolge ihres höheren Allgemeinalters zahlreiche Alterungserscheinungen auf, wie z. B. verminderte Markstrahlenzahl, Zunahme der dreischichtigen Markstrahlen auf Kosten der ein- und zweischichtigen usw.

Es kann das Lebenspotential des Kambiums in einem Holzkörper auch in vertikaler Richtung, in verschiedenen Höhen-niveaus untersucht werden. Einerseits können die Markstrahlenzahlwerte in den aufeinanderfolgenden Stammhöhen immer in ein- und demselben — z. B. vom Mark ausgehend immer im vierten — Jahrring und andererseits der Markstrahlenanteil der in den verschiedenen Stammhöhen, aber in den gleichen Jahren entwikelten Jahrringen verglichen werden. Im ersteren Falle hatte das Kambium gleiches Eigen-, aber steigendes Allgemeinalter, im zweiten dagegen gleiches Allgemein-, aber abnehmendes Eigenalter. Ersteres Phänomen

Anhaltspunkte betreffs der einschichtigen Markstrahlen bietet Abb. 26. Als wir in dem gleichen Jahrringmantel, also bei gleichem Allgemeinalter, aber in immer höheren Stammzonen, d. h. bei immer niedrigerem Eigenalter, die Zahl der einschichtigen Markstrahlen untersuchten, fanden wir, dass diese entweder ununterbrochen (Nr. 3 und 4) oder nach vorübergehendem Sinken (Nr. 1 und 2) mit zunehmender Stammhöhe ständig wächst (fettgezeichnete Linie). Dies bedeutet: *je geringer das Eigenalter des Kambiums bei gleichem Allgemeinalter, desto mehr Markstrahlen bildet es.* Hierin kann der auf die Morphogenese des Allgemeinalters ausgeübte Einfluss des Eigenalters zusammengefasst werden.

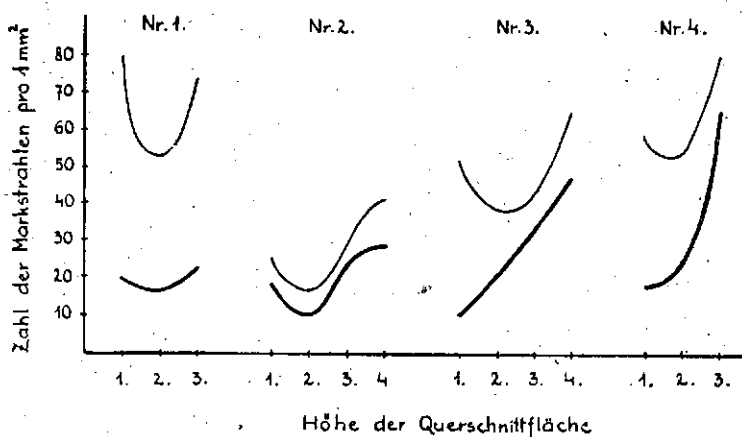


Abb. 26.: Die fettgezeichneten Linien geben die Menge der einschichtigen Markstrahlen in verschiedenen Höhen des Baumkörpers, aber in den in dem gleichen Jahre (1952.) gebildeten Jahrringen und die dünn ausgezogenen Linien die Markstrahlenzahl in verschiedenen Stammhöhen, aber in dem in nächster Nähe des Markstranges gelegenen (dritten) Jahrring wieder.

Die Frage kann auch umgekehrt untersucht werden, d. h.: inwiefern beeinflusst das allgemeine Lebensalter die Morphogenese des Eigenalters? Um dies zu veranschaulichen, haben wir die Markstrahlenverhältnisse in den verschiedenen Stammhöhen stets in dem dritten (nahe des Markes gelegenen) Jahrring, d. h. den das Kambium bei gleichem Eigenalter, aber steigendem Allgemeinalter gebildet hatte, untersucht (s. die feinen Linien in Abb. 26). Demnach ist die Zahl der einschichtigen Markstrahlen entweder in der untersten (Nr. 1) oder in der obersten Zone (Nr. 2, 3 und 4) am grössten und stets in der zweiten, mittleren, am niedrigsten. Da in der höchsten Stammhöhe (bei höchstem Allgemeinalter) und der niedrigsten (bei geringstem Allgemeinalter) stets mehr einschichtige Markstrahlen vorhanden sind als in der zweiten, d. h. in $\frac{1}{3}$ Stammhöhe, scheint das allgemeine Lebensalter auch die Zahl der einschichtigen zu steigern und zwar sowohl in auf-, als auch in absteigender Richtung von $\frac{1}{3}$ Stammeshöhe. Dieses Phänomen ist konsequent bei allen Standorten zu erkennen, also charakteristisch, konnte aber bisher nicht gedeutet werden.

Gleiche Verhältnisse fand JACCARD (16) in *Sequoia sempervirens* und *Picea oregonica*, ohne die Ursache dieser Erscheinung erklären zu können.

Die Gestaltung der zweischichtigen Markstrahlen ist nicht charakteristisch, doch besteht mengenmässig ein enger Zusammenhang mit der Zahl der ein- und dreischichtigen Strahlen. Gewöhnlich wird ihre Zahl mit zunehmendem Alter geringer (Abb. 9—12), aber die Differenzen in den Extremwerten sind nie so grosse wie im Falle der einreihigen Markstrahlen. In den höchsten Stammhöhen ist scheinbar eine Abweichung von dieser allgemeinen Gesetzmässigkeit zu beobachten, da die Zahl der zweischichtigen Markstrahlen vom Mark nach aussen schnell zunimmt. In der Tat kommt hier die markstrahlenzahlerhöhende Wirkung des niedrigen Eigenalters stark zur Geltung, was sich übrigens auch in den unteren Höhen in der Nähe des Marks (in den 5—8. Jahrringen) bemerkbar macht. Standortbedingte Unterschiede sind in der Zahl der zweischichtigen Markstrahlen nicht erkennbar.

Die dreischichtigen Markstrahlen gestalten sich entgegengesetzt wie die einschichtigen. Ihre Entwicklung, in Abhängigkeit vom Lebensalter veranschaulicht Abbildung 27.

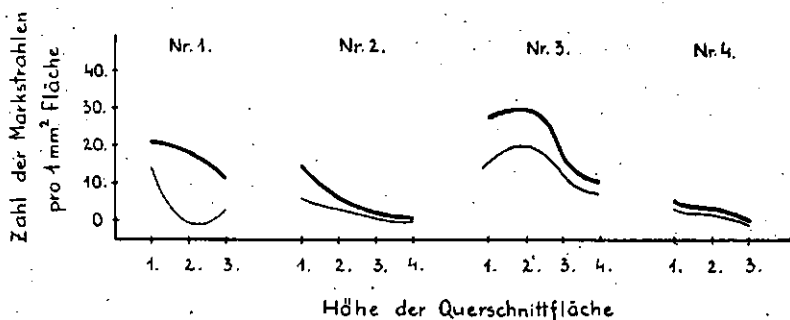


Abb. 27.: Die fettgezeichneten Linien geben die Menge der dreischichtigen Markstrahlen in verschiedenen Höhen des Baumkörpers, aber in den in dem gleichen Jahre (1952.) gebildeten Jahrringen und die dünn ausgezogenen Linien die Markstrahlenzahl in verschiedenen Stammhöhen, aber vom Mark ausgehend im 9. Jahrringe wieder.

Die Exemplare aller Standorte enthalten die meisten dreischichtigen Markstrahlen in der untersten Höhe, d. h.: je höher das Eigenalter des Kambiums, um so mehr dreischichtige Markstrahlen bildet es bei gleichem Allgemeinalter. So kann die Wirkung des Eigenalters auf die Morphogenese des allgemeinen Lebensalters charakterisiert werden.

Sollen die umgekehrten Verhältnisse untersucht werden, d. h. die Gestaltung der dreischichtigen Markstrahlenzahl im Spiegel der vom Allgemeinalter auf das eigene Lebensalter ausgeübten Wirkung betrachtet werden (fein ausgezogene Linien), so müssen Jahrringe, die bei gleichem Eigenalter des Kambiums gebildet wurden, aus den verschiedenen Stammhöhen miteinander verglichen werden. Nach den Abbildungen wird die Zahl der dreischichtigen Markstrahlen in den übereinanderliegenden Höhen sukzessive geringer, d. h. das allgemeine Lebensalter setzt die markstrahlvermehrnde Wirkung des Eigenalters herab. Hierin lässt sich der Einfluss des Allgemeinalters auf die Morphogenese des Eigenalters im Falle der dreischichtigen Markstrahlen zusammenfassen.

Die Gestaltung von Zahl und Breite der Markstrahlen in Abhängigkeit vom Eigen- und Allgemeinalter ist unseres Wissens bisher nicht studiert worden, so dass unsere diesbezüglichen Feststellungen als Novum betrachtet werden können.

Als Standortwirkung kann aus den Abbildungen entnommen werden, dass die Esche des Sandbodens relativ weniger Markstrahlengewebe entwickelt als die auf Schwemm-, Wiesenton- oder Steppenboden erwachsenen Exemplare, im übrigen sind die angeführten Eigenarten aber in diesem Falle ebenso erkennbar. FORSAITH (8) fand, dass *Alnus crispa* aus hoch über dem Meeresspiegel (nahe der Baumgrenze) gelagerten Standorten bedeutend weniger Markstrahlen ausbildet als die Exemplare der selben Art aus der Tiefebene.

Es muss kurz auch der prozentuale Anteil der Markstrahlen ausgewertet werden. Es zeigt sich, dass in allen Jahrringen und Stammhöhen ungefähr gleich grosse Mengen Markstrahlengewebes vorkommen, d. h. der Markstrahlenanteil in der Holzmasse konstant ist. Die Mittelwerte schwanken zwischen 10 und 25%, es besteht also kein wesentlicher Unterschied, und dennoch erhebt sich beim Anblick der den prozentualen Anteil ausdrückenden Kurven die Frage nach der Ursache für diese Schwankungen. Dieser Frage nachgehend fanden wir, dass die maximalen Werte stets dort zu finden sind, wo die Jahrringe eine erhebliche Breite erreichen (Abb. 22—25). Unsere Untersuchungsergebnisse stimmen also nur teilweise mit denen SHIMAKURA (21) (bei *Coniferen*) überein und ergänzen sie in dem Sinne, dass — obwohl eine zahlenmässige Veränderung nicht besteht — die Markstrahlenmasse in den breiteren Jahrringen dennoch beträchtlich zunimmt. Die breiten Jahrringe zeugen für ein schnelles und kraftvolles Wachstum und, da sich in ihnen ein ausgedehnteres Markstrahlengewebe entwickelt, ist die Wachstumsschnelligkeit notwendigerweise auch auf die Gestaltung der Mengenverhältnisse der Markstrahlen von Einfluss.

Über ähnliche Beobachtungen berichtet EICHHORN (5). In den schmalen Jahrringen der Roteiche beträgt der Markstrahlenanteil 15,8—16,3 und in den breiten 18,0—20,9%. DE SMIDT (19) fand bei *Ulmus fulva* und anderen Laubbäumen, dass in den breiteren Jahrringen die Dicke der Markstrahlen zu-, ihre Zahl aber abnahm. Für *Fraxinus* gilt das gleiche mit dem Unterschied, dass im Falle der zweireihigen Markstrahlen nicht nur deren Ausbreitung, sondern auch ihre zahlenmässige Zunahme mit zur Erhöhung des prozentualen Anteiles beiträgt. Die dreischichtigen Markstrahlen dehnen sich in den breiten Jahrringen, besonders in deren mittlerem Abschnitt, an der Grenze des Früh- und Spätholzes zu vierschichtigen aus.

Der prozentuale Anteil der Markstrahlen nimmt in den verschiedenen Höhen, und zwar von unten aufwärts, sukzessive ab. BERTOGLIO (4) stellte das selbe bei *Abies* fest (8%—4%). HARTIG (10) gibt bei der *Quercus* nur in Bezug auf die breiten Markstrahlen an, dass ihre Menge mit dem zunehmenden Alter des Baumes grösser wird. Die von EICHHORN (5) bei der *Quercus* und von Verfassern bei *Fraxinus excelsior* angestellten Messungen dagegen zeigen, dass der prozentuale Anteil der Markstrahlen mit zunehmendem Lebensalter nicht steigt, sondern ziemlich konstant ist.

Beim Vergleich der Gesamtmarkstrahlenanzahl mit dem prozentualen Anteil in den verschiedenen Stammhöhen stellt sich heraus, dass die Gesamt-

markstrahlenzahl vom Mark zum Kambium schnell abnimmt, während der prozentuale Anteil nahezu gleich bleibt. Desgleichen nimmt die Gesamtmarkstrahlenzahl auch mit ansteigender Stammhöhe zu, während der prozentuale Anteil konstant bleibt. Aus all diesen Daten wird ersichtlich, dass in der Nähe des Markstranges, wo die Zahl der Markstrahlen gross ist, die einzelnen Markstrahlen nur von geringem Volumen sind, während nahe dem Kambium, ihre Zahl kleiner, ihre Masse aber weit ausgiebiger ist (Abb. 28). Das gleiche gilt auch in vertikaler Richtung: unten befinden sich weniger, aber breitere und nach oben zu mehrere, aber schmalere Markstrahlen.

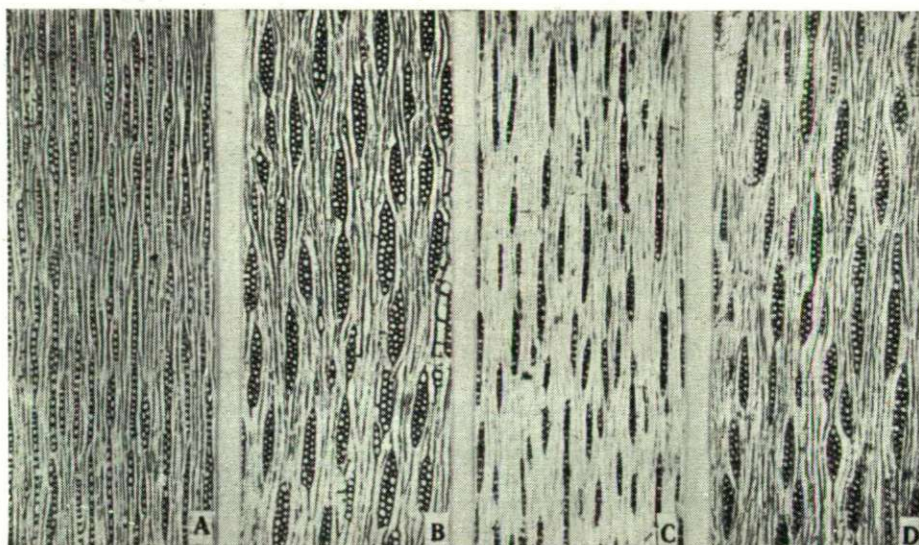


Abb. 28.: Die Markstrahlen der 1. (A) und 48. Jahrringe (B) von Sammelplatz No. 15., respektive der 1. (C) und 24. Jahrringe (D) vom Sammelplatz No. 9., in der 0 m Stammhöhe.

Es kann also mit grosser Wahrscheinlichkeit festgestellt werden, aus welchem Teile des Holzes ein tangentialer Schnitt stammt. Der prozentuale Markstrahlenanteil hängt auch von der Dichte des Baumbestandes ab. HARTIG (10) fand in *Quercus* aus geschlossenem Bestand 4,6% und bei Freiland 10,6% Markstrahlen. Bei der *Esche* wir konnten der markstrahlenformende Einfluss der Bestandsdichte nicht studieren, da alle untersuchten Exemplare aus ungefähr gleich dicht bestanden Wäldern stammten.

Zusammenfassung.

a) Betreffs der Gesamtmarkstrahlenzahl

1. In allen Bäumen und in allen Stammhöhen nimmt die Gesamtmarkstrahlenzahl vom Mark zum Kambium progressive ab.

2. In ein und demselben Jahre bildet der Baum mit zunehmender Stammhöhe — von wenigen Ausnahmen abgesehen — immer mehr Markstrahlen (Umwelteinflüsse).

b) Betreffs der Breite der Markstrahlen

3. In allen Bäumen und in allen Stammhöhen nimmt die Zahl der einschichtigen Markstrahlen vom Mark zum Kambium allmählich ab, in den in den gleichen Jahren entstandenen Jahrringen aber mit zunehmender Stammhöhe zu.

4. Die Gestaltung der dreischichtigen Markstrahlenverhältnisse ist nicht charakteristisch.

5. Die Zahl der dreischichtigen Markstrahlen nimmt vom Mark zum Kambium sukzessive zu, in den Jahrringen ein und desselben Jahres dagegen aber mit zunehmender Höhe ab.

6. Die Anzahl der Markstrahlen in einem Jahrringmantel ist in $\frac{1}{3}$ Stammhöhe am geringsten.

c) Bezgl. des prozentualen Anteiles der Markstrahlen

7. Der prozentuale Anteil der Markstrahlen ist — unabhängig vom Alter und Standort — sehr beständig (10—25%). Mit zunehmender Stammhöhe ist eine gewisse Verminderung zu beobachten.

d) Betreffs der Umweltfaktoren

8. Die im Sandboden erwachsenen Exemplare enthalten im Vergleich zu den Individuen der anderen Standorte (Bodenarten) bei etwa gleichem prozentualen Anteil bedeutend weniger Markstrahlen.

9. In den infolge guter Wachstumsbedingungen sich bildenden breiten Jahrringen ist auch der prozentuale Markstrahlenanteil grösser.

e) Bezgl. der Rolle des Lebensalters

10. Je niedriger das Eigenalter eines Organes bei gleichem Allgemeinalter ist, um so mehr einschichtige Markstrahlen enthält es.

11. Je höher das Eigenalter eines Organes, desto mehr dreischichtige Markstrahlen bildet es bei gleichem Allgemeinalter. (Die in Punkt 10 und 11 angeführten Erscheinungen wurden von anderem Gesichtspunkte auch in Punkt 3 und 5 besprochen.)

12. Das Allgemeinalter des Individuums steigert die Zahl der einreihigen Markstrahlen sowohl auf- als auch abwärts von $\frac{1}{3}$ Stammhöhe, setzt aber — in Bezug auf die dreischichtigen Markstrahlen — die markstrahlenzahlerhöhende Wirkung des Eigenalters herab.

Literatur

1. Bailey, I. W.: The relation of the leaf-trace to the formation of compound rays in the lower dicotyledons. Ann. Bot. 25:225—241, 1911.
2. Bannan, M. W.: Origin and cellular character of xylem rays in Gymnosperms. Bot. Gaz. 96:260—273, 1944.
3. Barghoorn, E. S.: The ontogenetic development and phylogenetic specialization of rays in the xylem of dicotyledons. I.—II. Amer. Jour. Bot. 27:918, 1940, und 28:273, 1941.
4. Bertog, H.: Untersuchungen über Wuchs und Holz der Weisstanne und Fichte. Forstl.—Naturw. Zeitschr. IV:97—112, 177—216, 1895.

5. Eichhorn, F.: Untersuchungen über das Holz der Roteiche. Forstl.—Naturw. Zeitschr. **IV**:233—264, 281—296, 1895.
6. Essner, B.: Über den diagnostischen Werth der Anzahl und Höhe der Markstrahlen bei den Coniferen. Abh. d. naturw. Ges. zu Halle, **14**, 1886.
7. Fischer, H.: Ein Beitrag zur vergleichenden Anatomie des Markstrahlgewebes und der jährlichen Zuwachszonen im Holzkörper von Stamm, Wurzel und Ästen bei Pinus Abies. L. Flora **68**, Nr. 13—16, 1885.
8. Forsaith, C. C.: Anatomical reduction in some alpine plants. Ecology **1**:124, 1920.
9. Greguss, P.: Bestimmung der mitteleuropäischen Laubhölzer und Sträucher auf xylotomischer Grundlage. Budapest, 1945.
10. Hartig, R.: Untersuchungen über Entstehung und Eigenschaften des Eichenholzes. Forstl.—Naturw. Zeitschr. **III**, 1894. und **IV**, 1895.
11. Huber, B.—Holdheide, W.—Raack, K.: Zur Frage der Unterscheidbarkeit des Holzes von Stiel- und Traubeneiche. Holz als Roh- und Werkstoff. **11**:373—380, 1941.
12. Huber, B.—Mägdefrau, K.: Zur Phylogenie des heterogenen Markstrahlbaues. B. D. B. G. **66**:116—122, 1953.
13. Huber, B.—Prütz, G.: Über den Anteil von Fasern, Gefäßen und Parenchym am Aufbau verschiedener Hölzer. Holz als Roh- und Werkstoff, **10**:377—381, 1938.
14. Huber, B.—Schmidt, E.: Botanik und koloniale Holzforschung. Kolonialforstl. Mitteil. **1**:163—169, 1938.
15. Hulden, E.: Studien über Fraxinus excelsior L. Acta Bot. Fenn. **28**:1—250, 1941.
16. Jaccard, P.: Über die Verteilung der Markstrahlen bei den Coniferen. B. D. B. G. **33**:492—498, 1915.
17. Kribs, D. A.: Salient lines of structural specialization in the wood rays of dicotyledons. Bot. Gaz. **96**:547—557, 1953.
18. Linnemann, G.: Untersuchungen über den Markstrahlanteil am Holz der Buche. B. D. B. G. **66**:37—63, 1953.
19. Metcalfe, C. R.—Chalk, L.: Anatomy of the Dicotyledons. Oxford, 1950.
20. Myer, J. E.: Ray volumes of the commercial woods of the United States and their significance. Journ. of Forestry, **20**:337, 1922.
21. Sárkány, S.: Xylotomische Untersuchungen. Beiträge zur histologischen Bestimmung der Heimischen Laubbäume und Sträucher. Bot. Közl. **36**:45, 1939.
22. Shimakura, M.: The height and number of rays in some coniferous woods. Bot. Mag. **50**:438—447, 1936.
23. Smidt, W. J.: Studies of the distribution and volume of the wood rays in slippery elm (Ulmus fulva Mchx.). Journ. of Forestry, **20**:352—362, 1922.
24. Szalai, J.: Die Xylotomie der interglazialen Holzfunde von Tiszapalkony. Acta Soc. Bot. Hung. **9**:3—9, 1949.
25. Tipo, O.: Comparative anatomy of the Moraceae and their presumed allies. Bot. Gaz. **100**:1—99, 1938.
26. Wiesner, J.: Die Rohstoffe des Pflanzenreiches. Bd. 2. 4. Aufl. Leipzig, 1928.